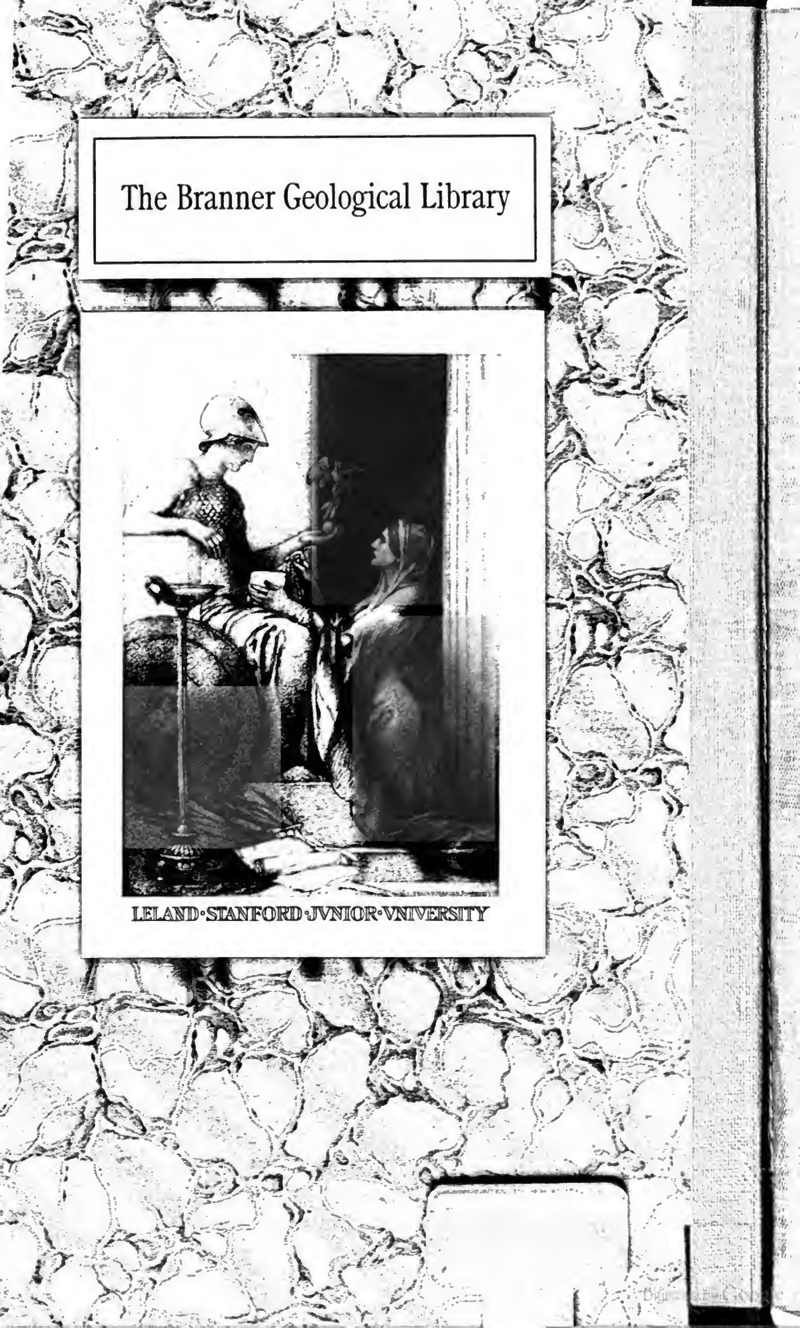
... Das wasser des unteren Amazonas

Friedrich Katzer


The Branner Geological Library
LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY

Sitzungsberichte
der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften.
Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.
1897.

XVII.

Das Wasser des unteren Amazonas.

Von Dr. Friedrich Katzer, zu Pará (Brasilien).

(Vorgelegt den 26. März 1897).

Die Beschaffenheit des Amazonaswassers ist fast völlig unbekannt, da bisher nur eine einzige Analyse vorliegt, welche T. Mellard Reade mit einer bei Santarem inmitten des Stromes im Juni 1876 geschöpften Probe anstellen liess. Santarem liegt aber bekanntlich nicht unmittelbar am Amazonas, sondern am Südufer des Tapajós, nahe dessen Mündung in den Amazonas, und dadurch, dass die nähere Angabe, ob die Wasserprobe ober- oder unterhalb der Tapajósmündung entnommen wurde, fehlt*), erfährt der Werth dieser bisher einzigen Analyse eine bedauerliche Einbusse.

Um einen Einblick in die Zusammensetzung des Amazonaswassers zu erhalten, führte ich selbst Analysen von Wasserproben aus, die ich von meinen Reisen theils im Juni und Juli, theils im November und Dezember 1896 mitgebracht hatte. Die Analysen sind allerdings nicht zahlreich und auch nicht vollständig, aber sie bieten doch immerhin eine erste concrete Grundlage zur Beurtheilung der Wasserbeschaffenheit im Unferlaufe und an der Mündung des grössten Stromes der Welt.

Sämmtliche Wasserproben wurden unter Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln geschöpft, verkorkt und genau etikettirt. Namentlich wurden die Proben nie unmittelbar an der Oberfläche, sondern stets 0·5 bis 1 *m* tief entnommen und die reinen Flaschen jedesmal gründlich mit dem darin aufzubewahrenden Wasser ausgespült. Eine Probe

*) Wenigstens bei Schichtel: Der Amazonen-Strom. Dissertation. 1893, p. 96.

wurde bei Obidos von Herrn Ingenieur Paul le Cointe mittels einer von ihm ersonnenen Schnurvorrichtung in der beiläufigen Tiefe von 25 bis 28 Meter geschöpft.

Bei der Ausführung der Analysen beobachtete ich folgenden Gang:

Durch Schütteln der Flasche wurde der Bodensatz aufgerührt, eine entsprechende Menge des Wassers abgegossen und durch bei 110° C getrocknete, gewogene Filter (von Schleicher & Schüll, Nr. 589, 11 *cm*) ein-, zwei- bis höchstens dreimal filtrirt. Die mit den abfiltrirten Stoffen neuerdings bei 110° C getrockneten Filter wurden gewogen und dadurch die Menge der im Wasser schwebenden Bestandtheile bestimmt. Hierauf wurden die Filter verkohlt, geglüht und die nicht verbrennbaren, sowie in Rothglühhitze nicht verflüchtigten Bestandtheile gewogen. Dieses letztere Gewicht gibt die Menge der im Wasser suspendirten und auf dem Filter zurückgebliebenen mineralischen Stoffe an, während die Differenz der beiden Gewichte als organische Substanz angenommen und in das Ergebnis der Analyse eingestellt wurde.

Alle übrigen analytischen Bestimmungen wurden mit dem reinsten Filtrat vorgenommen. Der Gesammtrückstand wurde bei allen Proben durch Eindampfen eines $^1/_4$ Liters ermittelt; Gase wurden nicht quantitativ bestimmt; desgleichen nicht Kohlensäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, salpetrige Säure und Ammoniak, jedoch qualitativ ermittelt und zwar die Phosphorsäure mittelst Molybdänsolution, die salpetrige Säure mittels Jodkalium und Stärkereaction, Ammoniak mittels des Nessler'schen Reagens. Kalk, Schwefelsäure und Chlor wurden, wo thunlich im unverdichteten Wasser bestimmt, letzterer stets durch Titrirung mit Silberlösung. Eisen, welches im Amazonaswasser nur in minimalen Mengen vorhanden ist, wurde von der Thonerde nicht getrennt. Von den Alkalien wurde nur im wenigen Fällen Kalium direct bestimmt, Natrium stets berechnet. Die im Filtrat verbliebene organische Substanz wurde durch Titrirung mit Kaliumpermanganat ermittelt. Bei jeder Wasserprobe wurde auch das spezifische Gewicht mittels Pyknometer bestimmt.

Viele Bestimmungen wurden zweimal oder auch mehrmals wiederholt und nur die am meisten übereinstimmenden Resultate berücksichtigt. Nebst in chemischer, wurde jede Wasserprobe gleichzeitig in physikalischer und mikroskopischer Hinsicht untersucht, letzteres allerdings nur in bescheidenem Ausmass behufs vorläufiger Orientirung.

Ich lasse nun die Ergebnisse der einzelnen Analysen folgen.

1. Amazonaswasser von Obidos,

geschöpft am 30. Juni 1896 um 4 Uhr Nachmittag, beiläufig 800 *m* vom nördlichen Ufer entfernt, in einer Tiefe von 50 *m* (von Herrn Ingenieur Paul le Cointe).

Das Wasser war bräunlich gelbgrün gefärbt, etwas trübe und enthielt zahlreiche, für das blosse Auge deutlich erkennbare, dunkel olivengrüne Flocken und winzige lichtgelbliche Körnchen. Das zweimal filtrirte Wasser war völlig klar, jedoch immer noch schwach gelb gefärbt. Es war geruchlos und ohne eigenthümlichen Geschmack. Die abfiltrirten suspendirten Bestandtheile zeigen auf dem Filtr rostbraune Farbe und ihre mikroskopische Untersuchung ergab, dass sie nebst feinem lehmigen Schlamm und winzigen Mineralkörnchen, hauptsächlich Quarz, wesentlich aus abgestorbener vegetabilischer Substanz, bestanden. Lebend waren nur einige Fadenalgen. Panzer kleiner Diatomeen, namentlich der Gattungen *Navicula*, *Cymbella, Denticula, Diatoma* u. a. waren relativ häufig. Lebende Thiere wurden nicht beobachtet, wohl aber spärliche Ueberreste von Cladoceren und Insecten, sowie einige feingekörnelte Röhrchen.

Die Analyse des Wassers ergab folgende Resultate:

Abfiltrirt wurden aus 1 Liter Wasser:

Suspendirte Bestandtheile	0·1966 gr
Nach dem Ausglühen verblieben	0·1352 „
Suspendirte organische Substanz	0·0614 gr
Im Filtrat verbliebene org. Substz.	0·0089 „
Gesammtmenge der organ. Substz.	0·0703 gr

Spezifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C: 1·00028

Der Liter des filtrirten Wassers enthielt:

Abdampfrückstand bei 100° C . . . 0·056 gr

Kieselsäure	0·0122 gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0062 „
Kalk	0·0087 „
Magnesia	0·0006 „
Schwefelsäure	0·0008 „
Chlor	0·0054 „
Kali	0·0025 „
Organische Substanz	0·0089 „

Die übrigen Bestandtheile, namentlich Natron, Kohlensäure und Spuren von Phosphorsäure blieben unbestimmt.

Die Berechnung der Salze aus den gefundenen analytischen Resultaten hat zwar nur einen relativen Werth, wurde aber bei allen Wässern durchgeführt, um einerseits einen leichteren Vergleich mit anderen Analysen zu ermöglichen und anderseits, um die Beziehungen zum Seewasser, welche für das Mündungsgebiet des Amazonas von besonderer Bedeutung sind, klarer hervortreten zu lassen. Letzterem Umstande gemäss wurde im Anschlus an G. Forchhammers bekannte, noch immer unübertroffene, grundlegende Abhandlung *) bei der Berechnung sämmtliche Schwefelsäure dem Kalk zugewiesen, mit der Absicht den eventuellen Ueberschuss der Magnesia und vielleicht noch einen Rest dem Natron zuzutheilen. Der Rest der Magnesia (oder die ganze) wurde bei den Wasserproben aus dem Mündungsbereich als Chlorid, bei den übrigen als Carbonat berechnet. Alles Kalium wurde als Chlorkalium angenommen und der Ueberschuss an Chlor auf Natrium bezogen. Ein eventueller Ueberschuss von Kalk wurde als Carbonat in die Analyse eingestellt.

Nach diesen Grundsätzen berechnet sich der Salzgehalt des analysirten filtrirten Wassers wie folgt.

Im Liter sind enthalten:

Kieselsäure	0·0122	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0062	„
Schwefelsauerer Kalk	0·0013	„
Kohlensauerer Kalk	0·0146	„
Kohlensauere Magnesia	0·0015	„
Chlorkalium	0·0040	„
Chlornatrium	0·0058	„
Organische Substanz	0·0089	„
Summa	0·0545	gr,

was mit dem direct gefundenen Abdampfrückstand genügend übereinstimmt.

2. Amazonaswasser von Obidos,

geschöpft am 30. Juni 1896 kurz nach 4 Uhr Nachmittag, beiläufig 800 *m* vom nördlichen Ufer entfernt, in einer Tiefe von etwa 25 bis 28 *m* (von Herrn Ingenieur Paul le Cointe).

*) On the composition of sea-water in the different parts of the Ocean. Phil. transact. *155.* 1865, pag. 203—262.

Das Wasser war bräunlich gelb, schwach trübe und enthielt zahlreiche kleine schwebende gelbe Flocken und Körnchen. Schon das einfach filtrirte Wasser war völlig klar und durchsichtig, jedoch noch kenntlich gelb gefärbt, dabei ohne Geruch und Geschmack. Die auf dem Filter zurückgebliebenen suspendirten Bestandtheile waren rostbraun und bestanden aus etwas feinem Lehm und winzigen Mineralpartikeln, sowie aus Pflanzendetritus, wenigen Algen, zumal Chlorophyceen und etwas reichlicheren Diatomeen, besonders *Navicula*. Lebende thierische Organismen wurden bei der mikroskopischen Untersuchung im Wasser nicht mehr gefunden.

Aus 1 Liter Wasser wurden abfiltrirt:

Suspendirte Bestandtheile	0·1004	gr.
Nach dem Ausglühen verblieben	0·0632	„
Suspendirte organische Substanz	0·0372	gr.
Im Filtrat verbliebene org. Substz.	0·0057	„
Gesammtmenge der organ. Substz.	0·0429	gr.

Spezifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C: 1·00026.

Das filtrirte Wasser enthielt in 1 Liter:

Abdampfrückstand bei 110° C . . . 0·039 gr.

Kieselsäure	0·0094	gr.
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0036	„
Kalk	0·0068	„
Magnesia	0·0009	„
Schwefelsäure	0·0007	„
Chlor	0·0025	„
Kali	0·0018	„
Organische Substanz	0·0057	„

Ferner Natron, Kohlensäure und etwas Phosphorsäure, die nicht quantitativ bestimmt wurden.

Auf Salze berechnet enthält demnach das filtrirte Wasser im Liter:

Kieselsäure	0·0094	gr.
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0036	„
Kalksulphat	0·0011	„
Kohlensauerer Kalk	0·0114	„
Kohlensauere Magnesia	0·0022	„

Chlorkalium	0·0030	gr.
Chlornatrium	0·0023	„
Organische Substanz	0·0057	„
Summa	0·0387	gr.

Die grosse Uebereinstimmung mit dem direct bestimmten Abdampfrückstand scheint zu beweisen, dass die festen Substanzen im Wasser wohl zumeist auch in der Form der angenommenen Salze enthalten sind.

3. Wasser aus dem Kanal von Breves,

geschöpft am 3. Juli 1896 bei Fluth, beiläufig 20 *m* von der Landungsbrücke von Breves entfernt.

Das Wasser besass eine bräunlich olivengrüne Farbe, war trübe und enthielt zahlreiche braune und schwarzgrüne Flocken. Durch dreimaliges Filtriren wurde es nicht völlig klar, sondern blieb getrübt, gelblich und opalisirend, war jedoch ohne Geruch und Beigeschmack. Die auf dem Filter zurückgebliebenen Schwebestoffe bestanden hauptsächlich aus vegetabilischem Detritus, ziemlich reichlichen Spalt- und Fadenalgen, namentlich *Chroococcus, Ulothrix* und Diatomeen, unter letzteren am häufigsten *Navicula*, *Pleurosigma* und *Cymbella*, ferner spärlichen Infusorien und ziemlich viel feinen thonigen und mineralischen Bestandtheilen.

Aus 1 Liter Wasser wurden abfiltrirt:

Suspendirte Bestandtheile	0·6825	gr
Nach dem Ausglühen verblieben	0·3088	„
Suspendirte organische Substanz	0·3737	gr
Im Filtrat verbliebene org. Subst.	0·0112	„
Gesammtmenge der organ. Substz.	0.3849	gr

Spezifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C: 1·00034

Im Liter des filtrirten Wassers war enthalten:

Abdampfrückstand bei 110° C . . . 0.0919 gr.

Kieselsäure	0·0115	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0082	„
Kalk	0·0128	„
Magnesia	0·0031	„

Schwefelsäure	0·0021 gr
Chlor	0·0169 „
Organische Substanz	0·0112 „

Ferner Alkalien, Kohlensäure, Phosphorsäure, etwas Schwefelwasserstoff und Ammoniak, sowie Spuren von Salpetersäure und salpetriger Säure.

In Form von Salzen ausgedrückt enthält demnach das filtrirte Wasser im Liter:

Kieselsäure	0·0115 gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0082 „
Schwefelsaur. Kalk	0·0035 „
Kohlensaur. Kalk	0·0202 „
Kohlensaur. Magnesia	0·0066 „
Chlorkalium	0·0030 „
Chlornatrium	0·0277 „
Organische Substanz	0·0112 „
Summa	0·0919 gr.

Die Alkalien wurden indirect bestimmt aus dem Ueberschuss des Chlors (C) und der auf den gefundenen Abdampfrückstand fehlenden Salzmenge (S), die als nur aus Chlorkalium und Chlornatrium bestehend, angenommen wurde*). Derselbe Vorgang wurde auch bei anderen Analysen beobachtet.

4. Wasser des Hafens von Pará

(Doca do Reducto), geschöpft am 9. Jänner 1897 bei tiefer Ebbe, nahe beim Ufer.

Das Wasser war bräunlich-gelb, schlammig trübe und wurde auch durch dreimaliges Filtriren nicht klar, sondern blieb milchig getrübt, opalisirend und behielt einen etwas lehmigen Geruch, war aber ohne Beigeschmack. Das Filtrieren ging ungemein langsam vor sich und besassen die auf dem Filter zurückgehaltenen Schwebestoffe eine rostbraune Farbe. Sie enthielten nebst überaus feinen lehmigen Schlamm und winzigen Mineralpartikeln, meist Quarz, hauptsächlich flockigen vegetabilischen Detritus, daneben aber auch zahllose lebende Algen, namentlich Diatomeen, worunter besonders häufig Vertreter

*) Nach den Formeln:

$$KCl = 4{\cdot}63485\ S - 7{\cdot}64701\ C$$
$$NaCl = S - KCl$$

der Gattungen *Navicula*, *Pleurosigma*, *Pinnularia*, *Amphora;* ferner wenige *Actinocyclus*-Individuen, aber viele grüne Algen, besonders *Halosphaera*, und *Ulothrix;* dann Infusorien, Rotatorien, andere Würmer usw., — kurz eine reiche Mikroflora und Mikrofauna.

Aus 1 Liter Wasser wurden abfiltrirt:

Suspendirte Bestandtheile	0·2443 gr
Nach dem Ausglühen verblieben	0·1622 „
Suspendirte organische Substanz	0·0821 gr
Im Filtrat verbliebene org. Substz.	0·0065 „
Gesammtmenge der organ. Substz.	0·0886 gr

Spezifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C: 1·00029

Im Liter des filtrirten Wassers wurde gefunden:
Abdampfrückstand bei 110° C . . . 0·0718 gr

Kieselsäure	0·0104 gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0238 „
Kalk	0·0118 „
Magnesia	0·0010 „
Schwefelsäure	0·0057 „
Chlor	0·0062 „
Organische Substanz	0·0065 „

Ferner Alkalien, Kohlensäure, Phosphorsäure, Ammoniak und Spuren von Schwefelwasserstoff, Salpeter- und salpetriger Säure.

Auf Salze berechnet enthält das filtrirte Wasser in 1 Liter:

Kieselsäure	0·0104 gr	
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0238 „	
Schwefelsaur. Kalk	0·0096 „	
Kohlensaur. Kalk	0·0124 „	
Chlormagnesium	0·0025 „	
Chlorkalium	0·0008 „	*)
Chlornatrium	0·0058 „	*)
Organische Substanz	0·0065 „	
Summa	0·0718 gr	

5. Wasser des Hafens von Pará

(Doca do Reducto), geschöpft am 9. Jänner 1897 bei mittlerer Fluth, nahe beim Ufer.

*) Indirect bestimmt.

Das Wasser war von gelbbrauner Farbe, trübe, voll dunkelbrauner bis schwarzer Flocken, ohne auffälligen Geruch. Es filtrirte ungemein langsam und das Filtrat blieb auch nach dreimaliger Filtrirung etwas trübe, opalisirend, besass jedoch keinen eigenthümlichen Geschmack. Die auf dem Filter zurückbehaltenen suspendirten Stoffe bildeten eine dunkelbraune flockig-schlammige Masse, deren Hauptbestandtheil nebst feinsten thonigen und anderen Mineralpartikeln vegetabilischer Detritus war, zu welchem sich eine überaus reiche Mikroflora und Mikrofauna gesellte. Von thierischen Organismen waren namentlich Infusorien, Rotatorien, andere Würmer und Cladoceren vertreten; von pflanzlichen Organismen Algen, besonders *Chroococcus, Spirulina,* ziemlich zahlreiche Chlorophyceen und Diatomeen, unter letzteren nur einzelne Arten vom Trommeltypus, aber viele Vertreter der Gattungen *Navicula, Pinnularia, Pleurosigma, Tryblionella* u. ä.

Aus 1 Liter Wasser wurden abfiltrirt:

Suspendirte Bestandtheile	0·1008 gr
Nach dem Ausglühen verblieben . . .	0·0678 „
Suspendirte organische Substanz . . .	0·0330 gr
Im Filtrat verbliebene org. Substz. . .	0·0092 „
Gesammtmenge der organ. Substz. . .	0·0422 gr

Spezifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C: 1·00066

Der Liter des filtrirten Wassers enthielt:

Abdampfrückstand bei 110° C . . . 0·1446 gr

Kieselsäure	0·0202 gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0330 „
Kalk	0·0122 „
Magnesia	0·0039 „
Schwefelsäure	0·0038 „
Chlor	0·0258 „
Kali	0·0012 „
Organische Substanz	0·0092 „

Ferner Alkalien, Kohlensäure, Phosphorsäure, Spuren von Ammoniak, Schwefelwasserstoff und salpetriger Säure:

Auf Salze berechnet enthielt das Wasser:

Kieselsäure	0·0202 gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0330 „
Schwefelsaur. Kalk	0·0063 „

Kohlensaur. Kalk	0·0173 gr
Chlormagnesium	0·0092 „
Chlorkalium	0·0027 „
Chlornatrium	0·0409 „
Organische Substanz	0·0092 „
Summa	0·1388 gr

was mit dem gefundenen Abdampfrückstand genügend übereinstimmt.

6. Wasser von Mosqueiro

in der Amazonas-Tocantius-Mündung nördlich von Pará, geschöpft am 5. Dezember 1896 bei Fluth etwa 40 Meter vom Strande.

Das Wasser war vollkommen klar und farblos, enthielt aber zahlreiche, im durchfallenden Lichte für das blosse Auge deutlich sichtbare gelbliche Körnchen und Flocken, sowie einzelne grössere, dunkelgrüne bis schwarze Partikeln. Das filtrirte Wasser war vollständig klar und farblos, ohne auffälligen Geruch, von widerlich salzigem Geschmack. Die auf dem Filter zurückgebliebenen Schwebestoffe enthielten wenig feinen Thon, etwas mehr winziger Quarzkörnchen und Haematitflitterchen, viel abgestorbene organische Substanz und verkohlte schwarze Pflanzenpartikel, sowie eine sehr reiche Algenflora, aber zur Zeit der mikroskopischen Untersuchung keine lebenden Thiere mehr. Unter den Algen waren die häufigsten Diatomeen, hauptsächlich der Gattungen *Coscinodiscus,* darunter ganz besonders reichlich *Coscinodiscus gigas*, *Actinocyclus*, *Melosira* (*Gallionella*), *Amphora* und *Pinnularia,* ferner *Chroococcus* und *Spirulina,* von Chlorophyceen *Halosphaerea, Ulva*, *Enteromorpha* u. v. a.

Aus einem Liter Wasser wurden abfiltrirt:

Suspendirte Bestandtheile	0·0672 gr
Nach dem Ausglühen verblieben	0·0520 „
Snspendirte organische Substanz	0·0152 „
Im Filtrat verbliebene organ. Substz.	0·0048 „
Gesammtmenge der organ. Substz.	0·0200 gr

Spezifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C: 1·00607

Im Liter des filtrirten Wassers wurde gefunden:

Abdampfrückstand bei 110° C . . . 11·228 gr

Kieselsäure	0·0396	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0211	„
Kalk	0·0824	„
Magnesia	0·5169	„
Schwefelsäure	0·2139	„
Chlor	6·6711	„
Organische Substanz	0·0048	„

Ferner Alkalien, viel Phosphorsäure, Kohlensäure und Ammoniak.

An Salzen enthielt demnach das Wasser in 1 Liter:

Kieselsäure	0·0396	gr	
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0211	„	
Schwefelsaur. Kalk	0·2002	„	
Schwefelsaur. Magnesia	0·1440	„	
Chlormagnesium	1·1530	„	
Chlorkalium	0·3605	„	*)
Chlornatrium	9·3048	„	*)
Organische Substanz	0·0048	„	
Summa	11·2280	gr	

7. Wasser von der Mündung des Topinambá,

geschöpft in der Boca do Rio Topinambá auf der Westseite der Insel Collares in der Amazonas-Tocantins-Mündung, 13 Meter vom Ufer, etwa anderthalb Stunden nach Eintritt der Fluth am 19. November 1896.

Das Wasser war an sich klar und farblos, enthielt jedoch reichlich schwebende winzige gelbliche Körnchen, sowie schwarze Flocken und wenige grössere schleimartige Fetzen. Einfach filtrirt war es vollkommen klar und farblos, roch aber nach Schwefelwasserstoff und Ammoniak und besass einen nicht stark, aber sehr unangenehm salzigen Geschmack. Die abfiltrirten suspendirten Bestandtheile erschienen auf dem Filter schwarzgrün und enthielten nebst wenig thonigen und sonstigen mineralischen Partikeln hauptsächlich abgestorbene vegetabilische Substanz, wenige grüne Algen (*Halosphaera*, *Ulothrix*), ziemlich viel Diatomeen, worunter der Trommeltypus (*Coscinodiscus*) schwächer vertreten war als die Gattungen *Amphora, Diatoma, Navicula, Pleurosigma* usw., jedoch zur Zeit der mikroskopischen Untersuchung keine lebenden Thiere mehr.

*) Indirect bestimmt.

Aus 1 Liter Wasser wurden abfiltrirt:

Suspendirte Bestandtheile	0·1405 gr
Nach dem Ausglühen verblieben . . .	0·1022 „
Suspendirte organische Substz.	0·0383 gr
Im Filtrat verbliebene org. Substz. . .	0·0045 „
Gesammtmenge des organ Substanz . .	0·0428 gr

Specifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C: 1·00239

Die Analyse des filtrirten Wassers ergab in 1 Liter:

Abdampfrückstand bei 110° C . . . 4·1320 gr

Kieselsäure	0·0194 gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0235 „
Kalk	0·0283 „
Magnesia	0·2275 „
Schwefelsäure	0·1740 „
Chlor	2·0647 „
Organische Substanz	0·0045 „

Ferner Alkalien, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Phosphorsäure, Kohlensäure und Spuren von Salpetersäure und salpetriger Säure.

In Form von Salzen ausgedrückt enthielt das Wasser im Liter:

Kieselsäure	0·0194 gr	
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0235 „	
Schwefelsaur. Kalk	0·0688 „	
Schwefelsaur. Magnesia	0·2001 „	
Chlormagnesium	0·3820 „	
Chlorkalium	0·1260 „	*)
Chlornatrium	3·3077 „	*)
Organische Substanz	0·0045 „	
Summa . . .	4·1320 gr	

8. Wasser von der Mündung des Topinambá,

geschöpft ausserhalb der Boca im Strome, etwa 300 *m* vom Ufer entfernt, bei fallendem Wasser (kurz nach Eintritt der Ebbe) am 19. November 1896.

Das vollständig farblose Wasser enthielt kleine hellgelbe Körnchen und Flöckchen, sowie grössere schwarzgrüne Flocken. Einfach

*) Indirect bestimmt.

filtrirt war es vollkommen klar und besass einen ziemlich intensiven Geruch nach Schwefelwasserstoff und Ammoniak und schwach salzigen Geschmack. Die abfiltrirten suspendirten Stoffe bestanden hauptsächlich aus thonigen und winzigen mineralischen Partikeln, sowie aus vegetabilischem Detritus, wozu sich recht zahlreiche Algen, namentlich Diatomeen gesellten, unter denen jene vom Trommeltypus gegen die übrigen zurücktraten. Lebende thierische Organismen wurden zur Zeit der mikroskopischen Untersuchung im Wasser nicht mehr vorgefunden.

In einem Liter Wasser waren enthalten:

Suspendirte Bestandtheile	0·0922	gr
Nach dem Ausglühen verblieben . . .	0·0553	„
Suspendirte organische Substanz . . .	0·0369	gr
Im Filtrat verbliebene org. Substz. . .	0·0094	„
Gesammtmenge der organ. Substz. . .	0·0463	gr

Spezifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C: 1·00230

Die Analyse des filtrirten Wassers ergab im Liter:

Abdampfrückstand bei 110° C . . . 4·086 gr

Kieselsäure	0·0132	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0115	„
Kalk	0·0401	„
Magnesia	0·1268	„
Schwefelsäure	0·1485	„
Chlor	2·3209	„
Organische Substanz	0·0094	„

Ferner Alkalien, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Kohlensäure, Phosphorsäure und Spuren von Salpetersäure und salpetriger Säure.

Auf Salze umgerechnet enthielt demnach das filtrirte Wasser in 1 Liter:

Kieselsäure	0·0132	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0115	„
Schwefelsaur. Kalk	0·0992	„
Schwefelsaur. Magnesia	0 1341	„
Chlormagnesium	0·1949	„

Chlorkalium	0·1610 gr	*)
Chlornatrium	3·4627 „	
Organische Substanz	0·0094 „	
Summa . . .	4·0860 gr.	

9. Wasser aus der Amazonas-Tocantins-Mündung

(Rio do Pará), geschöpft am 3. Dezember 1896 ziemlich genau in der Mitte des Stromes östlich (5^h 5^0 magn.) von der Mündung des Marajóflusses Cambú, bei fallendem Wasser (etwas über 1 Stunde nach Beginn der Ebbe).

Das Wasser war klar und farblos, jedoch schwammen darin winzige gelblichweisse Körnchen, darunter etliche schon für das unbewaffnete Auge als Scheibchen erkennbar, und wenige kleine braungrüne Flöckchen. Das einfach filtrirte Wasser war vollkommen klar, roch aber stark nach Schwefelwasserstoff und wurde an der Luft nach einiger Zeit schwach milchig-trübe, welcher Effekt auch durch Ansäuern erzielt wurde. Die Trübung wurde allenfalls durch aus dem Schwefelwasserstoff entbundenen Schwefel verursacht. Der Geschmack des Wassers war widerlich salzig. Der scheinbar geringe Filtrirungsrückstand war schwach gelblich gefärbt und bestand unter dem Mikroskop ausser aus Thon und wenig abgestorbener organischer Substanz, fast ausschliesslich aus *Coscinodiscus*-Arten, namentlich *Coscinodiscus gigas*.

Aus 1 Liter Wasser wurden abfiltrirt:

Suspendirte Bestandtheile	0·0504 gr
Nach dem Ausglühen verblieben . . .	0·0415 „
Suspendirte organische Substanz . . .	0·0089 gr
Im Filtrat verbliebene org. Substz. . .	0·0077 „
Gesammtmenge der organ. Substz. . .	0·0166 gr

Spezifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C: 1·00415

Die Analyse des filtrirten Wassers ergab im Liter:

Abdampfrückstand bei 110° C . . .	7·3208 gr
Kieselsäure	0·0096 gr
Thonerde und Eisenoxyd	0·0058 „
Kalk	0·0829 „

*) Indirect bestimmt.

Magnesia	0·5370 gr
Schwefelsäre	0·3267 „
Chlor	4·2344 „
Organische Substanz	0·0077 „

Ferner Alkalien, Schwefelwasserstoff, Phosphorsäure und Kohlensäure.

In Form von Salzen ausgedrückt enthielt das Wasser in 1 Liter:

Kieselsäure	0·0096 gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0058 „
Schwefelsaur. Kalk	0·2014 „
Schwefelsaur. Magnesia	0·3122 „
Chlormagnesium	1·0276 „
Chlorkalium	0·1150 „ *)
Chlornatrium	5·6415 „ *)
Organische Substanz	0·0077 „
Summa . . .	7·3208 gr

10. Wasser aus dem Atlantischen Ocean östlich von Marajó,

geschöpft am 3. Dezember 1896, etwa anderthalb Stunden nach Eintritt der Ebbe, 6 bis 8 Kilometer ostnordöstlich (5^h 3^0 magnet.) vom Cap Magoarý.

Das Wasser war vollkommen klar und farblos, enthielt jedoch ziemlich zahlreiche, für ein scharfes Auge zum Theil als Scheibchen erkennbare, winzige, gelblich weisse Körnchen und spärliche kleine Flöckchen. Es roch stark nach Schwefelwasserstoff und wurde durch Stehen an der Luft milchig trübe (wie die Wasserprobe 9.) Der Geschmack war widerlich salzig. Der auf dem Filter zurückbehaltene Rückstand enthielt nur wenig Mineralpartikel und Pflanzendetritus, dafür aber zahllose Diatomeen von Trommelform, darunter entschieden vorherrschend *Coscinodiscus gigas,* die meisten lebend, jedoch zur Zeit der mikroskopischen Untersuchung keine lebenden Thiere mehr.

Aus 1 Liter Wasser wurden abfiltrirt:

Suspendirte Bestandtheile	0·0501 gr
Nach dem Ausglühen verblieben . .	0·0470 „
Suspendirte organische Substanz . .	0·0031 gr
Im Filtrat verbliebene org. Substz. . .	0·0090 „
Gesammtmenge der organ. Substz. . .	0·0121 gr

*) Indirect bestimmt.

Spezifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C 1·00529

Das filtrirte Wasser enthielt in 1 Liter:

Abdampfrückstand bei 110° C . . . 9·496 gr

Kieselsäure	0·0115	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0144	„
Kalk	0·0829	„
Magnesia	0·6953	„
Schwefelsäure	0·3338	„
Chlor	5·5252	„
Kali	0·1184	„
Organische Substanz	0.0090	„

Ferner Natron, Schwefelwasserstoff, Phosphorsäure, Kohlensäure, Ammoniak.

Auf Salze berechnet enthielt demnach das filtrirte Wasser im Liter.

Kieselsäure	0·0115	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0144	„
Schwefelsaur. Kalk	0·2015	„
Schwefelsaur. Magnesia	0·3226	„
Chlormagnesium	1·4200	„
Chlorkalium	0·1877	„
Chlornatrium	7·2202	„
Organische Substanz	0·0090	„
Summa	9.3869	gr

11. Wasser aus dem Atlantischen Ocean nördlich vom Cap Magoarý,

geschöpft am 3. December 1896, bei mittlerer Ebbe, beiläufig 4 bis 5 Kilometer vom Ufer entfernt. Das Wasser ist hier sehr seicht (1—2 *m*) und die Sandbänke wechseln ihren Platz von Tag zu Tag.

Das Wasser war etwas milchig getrübt, voll gelber Flocken und Fäden. Durch dreimaliges Filtriren wurde es nicht vollkommen klar und offen an der Luft stehend, trübte es sich alsbald noch mehr. Es roch stark nach Schwefelwasserstoff und hatte einen widerlich salzigen Geschmack. Die abfiltrirten schwebenden Bestandtheile enthielten nebst thonigem Material und reichlichen kleinen Quarzkörnchen, hauptsächlich Pflanzendetritus, *Chroococcus*-Arten, einige Chlorophyceen (*Halosphaera, Ulva, Ulothrix*) und sehr viel Diatomeen vom

Trommeltypus, darunter besonders häufig *Coscinodiscus gigas*. Lebende thierische Organismen wurden bei der mikroskopischen Untersuchung im Wasser nicht mehr angetroffen.

An abfiltrirbaren Schwebestoffen enthielt 1 Liter des Wassers:

Suspendirte Bestandtheile	0·0844	gr
Nach dem Ausglühen verblieben . . .	0·0609	„
Suspendirte organische Substanz . . .	0·0235	gr
Im Filtrat verbliebene org. Substz. . . .	0·0104	„
Gesammtmenge der org. Substz. . . .	0·0339	gr

Spezifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C: 1·00525.

Der Liter des filtrirten Wassers enthielt:

Abdampfrückstand bei 110° C . . . 9·3325 gr

Kieselsäure	0·0082	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0074	„
Kalk	0·0873	„
Magnesia	0·6717	„
Schwefelsäure	0·3953	„
Chlor	5·4160	„
Organische Substanz	0·0104	„

Ferner Alkalien, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Phosphorsäure, Kohlensäure und Spuren von Salpetersäure und salpetriger Säure.

An Salzen enthielt demnach der Liter des filtrirten Wassers:

Kieselsäure	0·0082	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0074	„
Schwefelsaur. Kalk	0·2122	„
Schwefelsaur. Magnesia	0·4055	„
Chlormagnesium	1·2733	„
Chlorkalium	0·2200	„ *)
Chlornatrium	7·1955	„ *)
Organische Substanz	0·0104	„
Summa . . .	9·3325	gr

*) Indirect bestimmt.

12. Wasser aus der Amazonas-Mündung am Nordufer von Marajó,

geschöpft am 30. November 1896 bei Fluth zwischen der Fazenda Gloria und der Mündung des Rio Bebedouro. Das Gestade ist hier stark versandet.

Das Wasser besass eine schmutzig-olivengrüne Färbung, war getrübt und enthielt viel braune und dunkel-graugrüne Flocken. Es filtrirte sehr langsam und das Filtrat war fast völlig klar, roch schwach nach Schwefelwasserstoff und besass einen schwach salzigen Geschmack. Die auf dem Filter zurückbehaltenen Schwebestoffe waren wesentlich thoniger Natur, enthielten ferner zahlreiche winzige Quarzkörnchen und andere Mineralpartikeln, sowie eine äusserst reiche Algenflora, aber zur Zeit der mikroskopischen Untersuchung keine lebenden Thiere mehr. Unter den Algen herrschte *Chroococcus, Spirulina, Ulva, Enteromorpha* vor, ganz besonders aber Diatomeen, von welchen am häufigsten wieder *Coscinodiscus*-Arten, vornehmlich *Cosc. gigas* und *Cosc. Oculus Iridis, Amphora-*, *Dimeregramma-* und namentlich *Nitzschia*-Arten waren.

Aus 1 Liter Wasser wurden abfiltrirt:

Suspendirte Bestandtheile	0·1861	gr
Mach dem Ausglühen verblieben . . .	0·1288	„
Organische Substanz . .	0·0573	gr

Specifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C 1·00246.

Die Analyse des filtrirten Wassers ergab:

Abdampfrückstand bei 110° C . . . 4·412 gr

Kieselsäure	0·0054	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0105	„
Kalk	0·0346	„
Magnesia	0·1792	„
Schwefelsäure	0·1385	„
Chlor	2.4433	„
Kali	0·0892	„
Organische Substanz	Spur	

Ferner Natron, Schwefelwasserstoff, Phosphorsäure, Ammoniak, Kohlensäure, salpetrige Säure.

Auf Salze berechnet enthielt demnach das filtrirte Wasser im Liter:

Kieselsäure	0·0054	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0105	„
Schwefelsaur. Kalk	0·0842	„
Schwefelsaur. Magnesia	0·1333	„
Chlormagnesium	0·3200	„
Chlorkalium	0·1411	„
Chlornatrium	3·5270	„
Organische Substanz	Spur	
Summa	4·2215	gr

was mit dem gefundenen Abdampfrückstand befriedigend übereinstimmt.

13. Wasser aus der Amazonas-Mündung am Nordufer von Marajó,

geschöpft am 29. November 1896 bei Ebbe am sandigen Strande zwischen der Fazenda S. João und der Mündung des Flusses Araraquára.

Das Wasser besass eine schwache gelblich-braune Färbung, war aber sonst klar und enthielt nur wenig schwebende Flocken und Körnchen von gelblich-weisser Farbe. Das einfach filtrirte Wasser blieb bei völliger Klarheit etwas gelblich gefärbt und besass schwachen Schwefelwasserstoff-Geruch, aber keinen unangenehm auffälligen Salzgeschmack. Die auf dem Filter zurückbehaltenen Stoffe bestanden aus wenig abgestorbener organischer Substanz, einer Anzahl Diatomeen, hauptsächlich *Navicula, Pinnularia*, selten *Coscinodiscus*, und relativ reichlichen Quarzkörnchen und thonigen Partikeln.

Aus einem Liter Wasser wurden abfiltrirt:

Suspendirte Bestandtheile	0·0648	gr
Nach dem Ausglühen verblieben	0·0455	„
Suspendirte organ. Substanz	0·0193	gr
Im Filtrat verbliebene org. Substz.	0·0300	„
Gesammtmenge der organ. Substz.	0·0493	gr

Spezifisches Gewicht des filtrirten Wassers bei 28° C
1·00102

Die Analyse des filtrirten Wassers ergab in einem Liter:
Abdampfrückstand bei 110° C . . . 0·2986 gr

Kieselsäure	0·0089	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0023	„
Kalk	0·0011	„
Magnesia	0·0377	„
Schwefelsäure	0·0222	„
Chlor	0·1447	„
Organische Substanz	0·0300	„

Ferner Alkalien, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Phosporsäure.

Auf Salze umgerechnet enthält demnach der Liter des filtrirten Wassers:

Kieselsäure	0.0089	gr
Thonerde u. Eisenoxyd	0·0023	„
Schwefelsaur. Kalk	0·0027	„
Schwefelsaur. Magnesia	0·0308	„
Chlormagnesium	0·0654	„
Chlorkalium	0·0012	„ *)
Chlornatrium	0·1573	„ *)
Organische Substanz	0·0300	„
Summa	0·2986	gr

Die Vernachlässigung etlicher, wenn gleich untergeordneter Bestandtheile bedingt in den vorstehenden Analysen natürlicherweise Mängel, welche durch die, zum Theil willkürlichen, Annahmen bei der Umrechnung der directen Analysebefunde auf Salze zweifelsohne noch vermehrt werden. Namentlich enthalten alle Wasserproben sicherlich kohlensaueren Kalk und kohlensauere Magnesia einerseits, sowie schwefelsauere Magnesia und schwefelsaueres Natron anderseits, so dass durch die, bei den Umrechnungen zu Grunde gelegte Annahme, dass in den Wässern des Mündungsbereiches aller Kalk der Schwefel-

*) Indirect bestimmt.

säure und der Rest der letzteren ausschliesslich der Magnesia zuzuweisen sei, unzweifelhaft zu hohe Werthe für die beiden schwefelsaueren Salze resultiren. Ebenso ist die berechnete Menge von Chlormagnesium, sowie der Chlorüre der Alkalien bestimmt grösser als in Wirklichkeit, da, wie erwähnt, ein Theil des Magnesiums und Natriums an Kohlensäure und Schwefelsäure gebunden sein dürfte und ferner im salzreichen Wasser auch sicher etwas Brom vorhanden ist. Desgleichen bewirkt die Vernachlässigung der zum Theil in gar nicht geringen Mengen anwesenden Phosphorsäure zunächst eine Erhöhung des im Analysenresultat angeführten schwefelsaueren Kalkes und endlich bildet auch die zumeist indirecte Bestimmung der Alkalien eine Fehlerquelle. Indessen wird durch alle diese Vernachlässigungen und Mängel die wesentliche Zusammensetzung der Wässer wohl nicht so weitgehend beeinflusst, um die ausgeführten Analysen nicht als Unterlage einer vergleichenden Beurtheilung des Amazonaswassers verwerthen zu dürfen.

Betrachten wir nun die einzelnen Analysen etwas näher.

Die beiden zuerst angeführten Analysen des reinen Flusswassers zeigen, dass das Wasser des Amazonasstromes ungewöhnlich arm an fixen Bestandtheilen ist. Das Oberflächenwasser von Obidos (*1*)*) enthält nur 0·056 gr fester gelöster Bestandtheile im Liter, welche Menge beim Wasser aus einer Tiefe von 25 *m* (*2*) sogar auf 0·039 gr. herabsinkt. Man darf hienach wohl sagen, der Amazonas gehöre, was gelöste fixe Bestandtheile anbelangt, zu den reinsten Flüssen der Welt. Denn in 1 Gewichtstheil Wasser enthält er nicht ganz ein 17- Tausendstel beziehungsweise ein 26-Tausendstel Gewichtstheil gelöster fester Stoffe, während alle anderen Riesenströme der Erde, soweit bis jetzt bekannt, in 1 Gewichtstheil Wasser an fixen Bestandtheilen mindestens das Doppelte bis Drei- und Mehrfache enthalten. Das Amazonaswasser nähert sich in Bezug auf Reinheit und Weichheit den Gletscherbächen, welche bei einem mittleren Gehalt an gelösten Bestandtheilen von rund 0·025 gr. im Liter die reinsten Oberflächenwässer der Erde vorstellen.

Worin die Ursache der auffallenden Erscheinung zu suchen ist, dass das Tiefenwasser von Obidos sich ärmer an gelösten Bestandtheilen erwies, als das Oberflächenwasser, ist schwer zu entscheiden.

---

*) Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf die Nummerirung der vorstehenden Analysen

Möglicherweise ist in der Zeit zwischen dem Schöpfen der Proben und der Analyse derselben von den, im Oberflächenwasser in grösserer Menge enthaltenen, suspendirten Bestandtheilen etwas mehr in Lösung übergegangen als beim Tiefenwasser; oder beruht die Sache auf Zufälligkeit. Allenfalls wird man dem, durch die Analysen von bloss zwei Proben ermittelten Unterschiede, keine zu grosse Bedeutung beimessen dürfen.

Unter den im Wasser gelösten festen Bestandtheilen nehmen Kieselsäure und Kalkcarbonat die erste Stelle ein, an welche sich unmittelbar die gelösten organischen Substanzen anschliessen, während alle übrigen fixen Bestandtheile bei weitem zurückstehen. Namentlich Chlorüre sind nur in geringen Mengen vorhanden.

Bedeutend grösser als die Gewichtsmenge der gelösten Bestandtheile ist im Amazonaswasser die Menge der darin enthaltenen Schwebestoffe, welche durch Filtration daraus entfernt werden können. Sie betragen beim Oberflächenwasser (*1*) im Liter 0.1966 gr und beim Tiefenwasser (*2*) 0·1004 gr, also fast 4mal, beziehungsweise 3mal so viel, als die gelösten Substanzen ausmachen.

Unter diesen Schwebestoffen sind die unverbrennbaren Bestandtheile, welche hauptsächlich aus feinstem Thon mit winzigen Quarz- und Feldspathkörnchen, Glimmer- und Haematitflitterchen und einigen anderen überaus kleinen Mineralpartikelchen bestehen, zwar vorherrschend, jedoch ist die Menge der verbrennbaren Substanzen, welche wohl fast gänzlich organischen Ursprunges sind, verhältnissmässig sehr bedeutand, da sie in beiden Fällen fast eben so viel beträgt, wie die Menge der gesammten im Wasser gelösten Stoffe. Dass das Oberflächenwasser mehr schwebende Theile enthält als das Wasser aus einer Tiefe von etwa 25 *m* ist leicht dadurch erklärlich, dass die von den Ufern mitgerissenen und suspendirten Bestandtheile eine gewisse Zeit brauchen, um in die Tiefe zu sinken und dass namentlich vegetabilische Stoffe, die im Amazonas einen grossen Theil des Schwebegutes ausmachen, sich überhaupt lange Zeit an der Oberfläche erhalten. In der That betragen die verbrennbaren (organischen und etwa in Rothgluth verflüchtigenden) suspendirten Bestandtheile im Oberflächenwasser 0·0614 gr, im Tiefenwasser aber nur 0·0372 gr im Liter.

Nimmt man die Wassermasse, welche die Stromenge von Obidos passirt mit rund 100.000 Cubikmetern pro Sekunde an, so ergibt die Rechnung, dass hier der Amazonas bei einem Gehalt an fixen Bestandtheilen, wie er durch die Analyse des Oberflächenwassers ge-

funden wurde, jährlich 176,601.600 Tonnen (à 1000 Kgr), bei Annahme des Analysenbefundes des tiefen Wassers jährlich 122,990.400 Tonnen und im Mittel 149,796.000 Tonnen gelöster Substanzen pro Jahr durch die Stromenge hindurchführt. Bei denselben Annahmen leitet der Amazonas an Schwebestoffen pro Jahr durch die Stromenge von Obidos 620,097.760 Tonnen, beziehungsweise 316,621.440 Tonnen, oder im Mittel 468,359.600 Tonnen. An gelösten und suspendirten Bestandtheilen zusammen führt der Amazonas somit jährlich durch die Stromenge von Obidos im Mittel 618,155.600 Tonnen.

Wie ungeheuer diese, für die Stromenge von Obidos sicher nicht zu hoch veranschlagte Menge der vom Amazonas gelöst und suspendirt fortgeschafften Stoffe ist, wird der Vorstellung dadurch näher gerückt, dass man dieselbe in Waggonladungen ausdrückt. Wenn man nur das Mittel aus den beiden Analysen berücksichtigt, so wären, um die Masse der im Amazonas bei Obidos gelösten und schwebenden Stoffe fortzuführen, täglich 5645 Lastzüge mit je 30 Waggons von 10 Tonnen (d. i. 100 Met. Centner) Ladung erforderlich, d. h. es müssten Tag und Nacht ohne Unterbrechung jede Minute 4 Lastzüge abgelassen werden. Für die gelöste Kieselsäure allein wären (im Mittel) 311 Lastzüge mit zusammen 9331 Waggons nothwendig und für den Kalk 374 Lastzüge mit 11.232 Waggons, während die im Wasser schwebenden Stoffe gar 2857 Lastzüge zu je 30 Waggons à 100 Metercentner Ladung erfordern würden, also beiläufig die Hälfte der zur täglichen Fortschaffung der festen Bestandmassen des Amazonaswassers überhaupt nothwendigen Transportzüge.

Durch die Enge von Obidos geht aber, wenn gleich der grösste Theil, so doch nicht die Gesammtwassermenge des Amazonas hindurch und von Obidos abwärts wächst der Strom noch bedeutend, namentlich durch die gewaltigen Zuflüsse des Tapajós und Xingú im Süden, sowie des Parú und Jarý im Norden, und man mag sich darnach vorstellen, welche ungeheueren Mengen von leichten suspendirten und gelösten Stoffen, ausser dem nicht gering anzuschlagenden, rasch zu Boden sinkenden, gröberen Detritus der südamerikanische Riesenstrom dem Ocean zuführt. Eine Veranschlagung auf 300 Millionen Tonnen gelöster und 1000 Millionen Tonnen schwebender Bestandtheile jährlich dürfte eher zu niedrig als zu hoch gegriffen sein.

Nimmt man die Zusammensetzung des Wassers von Obidos als

die normale des Wassers im Unterlaufe des Amazonas an, so stellen fast alle übrigen analysirten Wasserproben Mischungen mit Seewasser vor, worüber insbesondere ein Vergleich der Chlormengen belehrenden Aufschluss gibt.

Das Wasser aus dem Kanal von Breves (3), bei Fluth geschöpft, wo jedoch die Strömung vom Hauptmündungsarm des Amazonas südwärts zum Tocantins gerichtet war*), enthält rund 3mal soviel Chlor als das Amazonaswasser bei Obidos. Nimmt man das Oberflächenwasser von Obidos zum Vergleich, weil auch das Wasser des Breveskanales an der Oberfläche geschöpft wurde, so steht einem Chlorgehalt von 0·0054 gr im Liter des ersteren, ein solcher von 0·0169 gr im Liter des letzteren gegenüber. Das Verhältniss des Chlors zur Gesammtmenge der gelösten fixen Bestandtheile im ersteren ist 1 : 10·37, im letzteren aber 1 : 5·44.

Nach Forchhammer (l. c.) beträgt der Salzgehalt des Atlantischen Oceans zwischen dem Aequator und dem 30ten Grad N. Br. im Mittel 36·253 pro Mille bei 20·034 pro Mille Chlorgehalt, und zwischen dem Aequator und dem 30ten Grad S. Br. im Durchschnitt 36·523 pro Mille bei 20·150 Chlorgehalt. Nach O. Krümmel,**) wäre der Salzgehalt des Meeres in der Nähe von Pará 35·9 bis 36·8, in den meisten Fällen aber 36·0 pro Mille und der entsprechende Chlorgehalt 23·6 bis 23·9 pro Mille. Da es sich bei Berechnungen, wie sie zur Ermittelung der Mischungsverhältnisse zwischen Süss- und Meerwasser in Mündungsgebieten grosser Ströme dienen, in Folge der vielen Fehler, welche allen in Rechnung gestellten Grössen anhaften, immer nur um annähernd richtige Werthe handeln kann, so möge allen folgenden Mischungsberechnungen als Mittelwerth ein Chlorgehalt des Meerwassers von 22·2 gr im Liter zu Grunde gelegt werden.

Unter dieser Voraussetzung ergibt sich für das Fluthwasser des Breveskanales eine Mischung von je 1929 Volum Amazonaswasser von Obidos mit 1 Volum Oceanwasser.

---

*) Diese Strömung findet, ausser vielleicht bei höchsten Fluthen immer statt und es ist daher durchaus berechtigt von einer Amazonas-Tocantins-Mündung zu sprechen, an welcher Pará liegt. Die gegentheilige Behauptung de la Condamine's (Hist générale des Voyages. T. XX. Amsterd. 1773, pag. 214, auf die Reise vom J. 1743 bezüglich), ist schon längst als nicht stichhältig erkannt worden und nicht erst, wie Schichtel (Der Amazonenstrom pag. 99) zu meinen scheint, seit den 70er Jahren d. J.

**) Geophysikalische Beobachtungen der Plankton-Expedition 1893, pag. 88.

An abfiltrirbaren Schwebestoffen enthält das Wasser des Breveskanales 0·6825 gr im Liter, wovon mehr als die Hälfte verbrennbar ist. Die Gesammtmenge der im Breveswasser im Liter enthaltenen organischen Substanzen beträgt 0·3849 gr gegenüber von 0·0703 gr im Obidoser Amazonaswasser, also rund $5^1/_2$mal soviel. Es ist dies leicht begreiflich, da in die schmalen Kanäle des Varzeagebietes von Breves unbedingt mehr organischer Detritus hineingelangt und sich in Folge der minderen Stromgeschwindigkeit sowohl, als der Rückstauungen bei Fluth sicherlich mehr beisammenhält, als in den gewaltigen Fluthen des Amazonas. Übrigens dürfte die grosse Menge an suspendirten Bestandtheilen im Wasser des Breveskanales auch darin zum Theil ihren Grund haben, dass es nahe beim Ufer entnommen wurde.

Das Wasser des Hafens von Pará, welches bei Fluth geschöpft wurde (*5*), enthält etwa um die Hälfte mehr, das bei Ebbe geschöpfte (*4*) dagegen nicht bedeutend weniger gelöster Bestandtheile als das Breveswasser. Die Zusammensetzung des Tocantinswassers ist mir dermalen noch nicht bekannt; nach der Zusammensetzung des Hafenwassers von Pará, dessen Hauptbestandtheil es allenfalls ist, da sowohl die Zufuhr des Amazonaswassers durch die Breveskanäle, als auch jene der Flüsse Mojú, Acará und Guamá in die Tocantinsmündung (Rio do Pará) wohl sicher nicht grösser sein dürfte, als jene des Toncantins selbst, — möchte ich aber glauben, dass es noch weniger gelöste fixe Bestandtheile enthält als das Amazonaswasser bei Obidos.

Im Vergleiche mit dem Oberflächenwasser von Obidos enthält das bei tiefer Ebbe geschöpfte Hafenwasser von Pará (*4*) etwas weniger Kieselsäure und löslicher orgenischer Substanz, von allen übrigen gelösten Bestandtheilen aber mehr, und zwar Thonerde (mit etwas Eisenoxyd), Kalk und Schwefelsäure ganz bedeutend mehr. Der Unterschied im Chlorgehalt ist zwar auch beim Pará-Wasser höher, aber nur gering höher als beim Obidos-Wasser. Berücksichtigt man ausschliesslich den Chlorgehalt, dann würde das Ebbewasser des Hafens von Pará eine Mischung von je 27.867 Volum des Amazonaswassers von Obidos mit 1 Volum Oceanwasser vorstellen, welches directe Mischungsverhältniss nach dem weiter oben Auseinandergesetzten selbstredend nicht stattfinden kann.

Bei Berechnung des Mischungsverhältnisses mit Oceanwasser für alle Wasserproben aus der Amazonas-Tocantinsmündung von Pará strom abwärts bis zum Breitegrade des Capes Magoarý auf Marajó

schien es mir angezeigt, das Ebbewasser des Hafens von Pará zu Grunde zu legen, während die Wasserproben nördlich vom Breitegrad des Capes Magoarý auf das Obidoswasser bezogen wurden.

Das Fluthwasser des Pará-Hafens lieferte einen rund doppelt so grossen Abdampfrückstand als das Ebbewasser. Es erwies sich als bedeutend reicher an Kieselsäure, Thonerde und Magnesia, dagegen viel ärmer an Schwefelsäure und an Schwebegut. Der Chlorgehalt ist ganz bedeutend grösser — 0·0258 gr im Liter gegenüber 0·0062 gr — und unter der oben erläuterten Annahme von 22·3 gr Chlor im Liter Oceanwasser ergibt sich für das Fluthwasser aus dem Hafen von Pará eine Mischung von je 1136·4 Volum Ebbewasser mit 1 Volum Seewassers des Atlantischen Oceans. Bezieht man aber, um einen Vergleich mit dem Fluthwasser von Breves zu erleichtern, das Fluthwasser von Pará direct auf das Obidoser Amazonaswasser, so erhält man eine Mischung von je rund 1305 Volum Oberflächenwasser von Obidos mit je 1 Volum Meerwasser.

Das Fluthwasser von Mosqueiro *(6)* ergab einen Abdampfrückstand von 11·2280 gr im Liter. In Bezug auf das Ebbewasser von Pará enthielt es ausser Thonerde (mit Eisenoxyd) und gelöster organischer Substanz, deren Mengen geringer gefunden wurden, alle übrigen löslichen Bestandtheile in weit grösseren Quantitäten, dagegen an abfiltrirbaren Schwebestoffen ganz bedeutend weniger, nämlich 0·0672 gr gegen 0·2443 gr im Liter. Von diesem Schwebegut war nur ein geringer Theil verbrennbar und auch die Gesammtmenge der im Wasser enthaltenen organischen Substanzen erwies sich als sehr gering (0·0200 gr im Liter). Nach dem Chlorgehalt berechnet, wäre das Fluthwasser von je 2·3 Volum Ebbewasser von Pará mit 1 Volum Meerwassers.

Die beiden analysirten Wasserproben von der Mündung des Topinambá dürfen ebenfalls als Mischungen des Amazonas-Tocantins-Ebbewassers mit Seewasser angesehen werden; denn wie ansehnlich die Boca des Flusses auch ist, so geringfügig ist er selbst schon in einer kurzen Entfernung von der Mündung. Die Wassermenge, die er aus der Insel herausführt, kann gar nicht in Anschlag kommen, gegenüber jener, die beim Ansteigen der Fluth des Rio do Pará in seinem Bette inseleinwärts dringt. Keine der beidsn Wasserproben entspricht dem völligen Fluthwasser, beide stehen aber dem Wasser der Hochfluth näher, als jenem der tiefen Ebbe.

Die bei steigender Fluth geschöpfte Probe *(7)* enthielt gegenüber dem Ebbewasser von Pará namentlich weniger organische Sub-

stanz im gelösten und ungelösten Zustande (0·0428 gr gegenüber von 0·0886 gr im Liter); der Thonerdegehalt war fast gleich, die Menge der Kieselsäure und natürlicherweise auch aller übrigen gelösten Stoffe bedeutend höher. Nach dem Chlorverhältniss würde sich für dieses Wasser eine Mischung von je 9·8 Volum Ebbewasser des Pará-Hafens mit 1 Volum Meerwasser ergeben.

Das bei beginnender Ebbe geschöpfte Wasser (*8*) erwies sich bedeutend ärmer an gelöster Thonerde (mit etwas Eisenoxyd) und suspendirten Bestandtheilen als das Ebbewasser von Pará. Unter letzteren trat die Menge des Organischen sehr zurück, während gelöste organische Substanz, sowie alle übrigen gelösten Bestandtheile in grösseren Quantitäten angetroffen wurden. Nach dem Chlorgehalt würde dieses Wasser eine Mischung von je 8·6 Volum Ebbewasser von Pará mit 1 Volum Oceanwasser vorstellen.

Die Probe aus der offenen Amazonas-Tocantins-Mündung (*9*) ergab einen relativ niedrigen Salzgehalt, — 7·3208 gr Abdampfrückstand im Liter, — trotzdem sie bald nach Eintritt der Ebbe geschöpft worden war, wo man so nahe am offenen Ocean einen viel höheren Salzgehalt hätte erwarten mögen. Im Vergleich mit dem Ebbewasser von Pará erwies sich die Probe sehr bedeutend ärmer an Thonerde mit Eisenoxyd und desgleichen viel ärmer an suspendirten, namentlich organischen Bestandtheilen. Aus der Menge des Chlors berechnet sich für dieses Wasser eine Mischung von rund 4·3 Volum Pará-Ebbewasser mit je 1 Volum Meerwasser.

Überblickt man die sechs soeben besprochenen, der Amazonas-Tocantins-Mündung entnommenen Wasserproben, so ersieht man unmittelbar, dass das Ebbewasser durchwegs verhältnissmässig gering salzhältig, das Fluthwasser aber noch tief im Innern des Mündungstrichters, bei Mosqueiro, ziemlich salzreich ist. Diese Erscheinung wäre aus der gegenseitigen Einwirkung der bei Ebbe mächtig dem Meere zuströmenden Süsswassermassen des Stromes einerseits und des bei Fluth gewaltig hereindringenden Oceanwassers anderseits nicht nur erklärlich, sondern völlig eine nothwendige Folge derselben. Sie stimmt aber schlecht überein mit den Salzgehaltsbestimmungen der deutschen Plankton-Expedition (Juli bis November 1889), die meines Wissens die einzigen sind, welche bisher in diesem Gebiete vorgenommen wurden.

Prof. O. Krümmel hat die bezüglichen Angaben theils in seine

„Reisebeschreibung“ *) theils in seine „Geophysikalischen Beobachtungen“ **), hier ohne Gezeitenangabe, aufgenommen. Er fand am 4. October 1889, Mittags um 1 Uhr, auf der Höhe von Mosqueiro, „mitten im Tocantins“, durch Schätzung den Salzgehalt etwa 1·5 bis 2 pro Mille; am 24. September um 8 Uhr früh, nordwestlich von Mosqueiro, bei Ebbe 3·1 pro Mille; am selben Tage etwa auf der Höhe der Topinambá-Mündung, ziemlich weit stromeinwärts, 4·3 pro Mille; am 8. October nicht weit von derselben Stelle 12·8 pro Mille. am 23. September abends, etwa 5 Seemeilen nordwestlich von Collares bei Fluth, 22·3 pro Mille; am nächsten Tage bei Ebbe auf derselben Stelle 11·8 pro Mille; am 23. September etwa in der Breite der Cambú-Mündung (cca 0°27 S. Br.), unbedeutend östlich von dem Punkte, wo unsere Probe *9* geschöpft wurde, 32·6 pro Mille; am selben Tage etwas wenig nördlicher, aber 13 Längenminuten mehr östlich, 35·4 pro Mille; und am 8. October beiläufig in der Mitte zwischen den beiden zuletzt angeführten Punkten, 35·9 pro Mille.

Schaltet man die ersterwähnte Abschätzung aus, so stimmen die weiteren zwei bis drei von Krümmel ermittelten Werthe mit unseren directen Bestimmungen des Salzgehaltes ziemlich überein, seine übrigen Angaben dagegen erscheinen alle g a n z b e d e u t e n d h ö h e r. Es gilt dies schon von der Stelle nordwestlich von Collares (22·3 pro Mille bei Fluth), namentlich aber von den zuletzt angeführten drei Bestimmungen östlich von dem Punkte, wo unsere Probe *9* entnommen wurde. Dieser überaus hohe Salzgehalt des Wassers an der äussersten Mündung des Rio do Pará ist in hohem Grade auffällig. Denn wenn man auch annehmen wollte, — was aber nach den Angaben der Reisebeschreibung keineswegs zutrifft, — dass alle drei betreffenden Proben zur Salzbestimmung bei hoher Fluth geschöpft wurden, so müsste es doch überraschen, dass hier keine Mischung mit süssem Flusswasser mehr stattfinden, sondern fast völlig reines Oceanwasser von der Ponta da Tijoca her in die Amazonas-Tocantins-Mündung hereinschlagen sollte. Denn der Salzgehalt des Atlantischen Oceans in der Nähe des Gestades von Pará beträgt nach Krümmels eigenen Bestimmungen meist 36 pro Mille und in der Amazonas-Tocantins-Mündung fand er 35·9!

Hierüber, glaube ich, müssen weitere bestätigende Untersuchun-

*) Reisebeschreibung der Plankton-Expedition 1892, Bd. I. A. pag. 212 213, 226.

**) Geoph. Beob. der Plankton-Expedition Bd. I. C. 1893, pag. 86 u. 88.

gen erwünscht sein, und ich will mir bei nächster Gelegenheit selbst daran angelegen sein lassen, zumal es alle, mir von Piloten und Fischern gemachten Angaben, sowie die Wasserproben nördlich vom Breitegrade des Capes Magoarý, die ich analysirt habe, ausser Zweifel stellen, dass sich in der eigentlichen Amazonas-Mündung zwischen Marajó und dem Cabo do Raso do Norte der Einfluss des Riesenstromes weit in den Ocean hinein geltend macht und auch bei Fluth eine bedeutende Versüssung des Seewassers bewirkt.

Es wäre nun allerdings auch möglich, dass durch die, der herrschenden Windrichtung entsprechende, Meeresströmung das süsse Wasser der Amazonas-Tocantins-Mündung gegen die Insel Marajó hin gepresst wird und das Salzwasser entlang des Gestades über die Ponta do Taipú gegen Collares zu hereindringt. Hiemit würde zwar der niedrige Salzgehalt unserer Wasserprobe *9* übereinstimmen, allerdings aber der von Krümmel in unmittelbarer Nähe dieses Punktes ermittelte sehr hohe Salzgehalt (32·6 Promille) schwieriger in Einklang zu bringen sein. —

Was die von mir analysirten Wasserproben nördlich vom Breitegrade des Capes Magoarý anbelangt, so ergaben alle einen viel geringeren Salzgehalt, als man nach dem Verhalten des Wassers in der Amazonas-Tocantins-Mündung hätte voraussetzen können.

Die beiden ersten Proben (*10* und *11*) wurden dem Atlantischen Ocean bei sinkendem Wasser entnommen, welches aber der Fluth näher war als der Ebbe.

Das erste Wasser (*10*), etwa 7 Kilometer ostnordöstlich vom Cap geschöpft, ergab einen Abdampfrückstand von 9·496 gr im Liter gegenüber von 0·056 gr im Obidoser Amazonaswasser. Es erwies sich, abgesehen von allen anderen Bestandtheilen, ziemlich bedeutend reicher an gelöster Thonerde mit Eisenoxyd, dagegen sehr wesentlich ärmer an abfiltrirbaren Schwebestoffen, welche nur 0·0501 gr gegenüber von 0·1966 gr im Liter betrugen. Verbrennbar war davon nur ein geringer Theil, und auch die Gesammtmenge der organischen Substanz war überhaupt sehr niedrig, nämlich 0·0121 gr gegenüber von 0·0703 gr im Liter des Oberflächenwassers von Obidos. Legt man dieses zu Grunde, so berechnet sich aus dem Chlorgehalt für das Wasser östlich vom Cap Magoarý eine Mischung von rund 3 Volum Obidoser Amazonaswasser mit je 1 Volum Oceanwasser.

Die zweite Probe (*11*), geschöpft nördlich vom Cap, ergab einen

Abdampfrückstand von 9·3325 gr im Liter. Gegenüber dem Oberflächenwasser von Obidos war der Unterschied im Thonerdegehalt gering, wogegen es an gelöster Kieselsäure und suspendirten Bestandtheilen ziemlich bedeutend weniger enthielt. Aus dem Chlorverhältnis ergibt sich für dieses Wasser eine Mischung von rund 3·1 Volum Amazonaswasser von Obidos mit je 1 Volum Meerwasser.

Das bei Fluth geschöpfte Wasser von Gloria am Nordufer von Marajó (*12*) hinterliess einen Abdampfrückstand von 4·412 gr im Liter. Der Kieselsäuregehalt erwies sich beiweitem geringer als jener des Amazonaswassers von Obidos und gelöste organische Substanz war nur in Spuren vorhanden, wohin gegen sich der Thonerdegehalt als bedeutend höher herausstellte. Auf Grund des Chlorverhältnisses berechnet sich für dieses Wasser eine Mischung von 8·1 Volum Amazonaswasser mit je 1 Volum Oceanwasser.

Die letzte der analysirten Wasserproben (*13*) von S. João am Nordufer von Marajó wurde bei Ebbe geschöpft. Der Abdampfrückstand betrug nur 0·2986 gr und die Gesammtmenge der suspendirten Bestandtheile 0·0648 gr Gegenüber dem Obidoser Oberflächenwasser erwies sich die Menge der gelösten organischen Substanz ganz bedeutend grösser, dagegen der Thonerde- und namentlich Kalkgehalt überraschend geringer. Berücksichtigt man bei Berechnung des Mischungsverhältnisses nur den Chlorgehalt, so begeht man natürlich einen Fehler, welcher bei dieser Wasserprobe, in der die Hauptbestandtheile sogar in geringeren Mengen vorhanden sind als im Obidoser Vergleichswasser, weit bedenklicher sein wird als bei allen früher besprochenen Wässern. Es würde nach dem Chlorverhältniss dieses Wasser eine Mischung von je 159 Volum Amazonaswasser von Obidos mit 1 Volum Oceanwasser vorstellen.

Alle Beziehungen der analysirten Wasserproben von den verschiedenen Stellen des Amazonas-Unterlaufes erhellen klarer als durch weitläufige Erläuterungen aus den folgenden Zusammenstellungen.

Aus der vorstehenden Tabelle erhellt unmittelbar, dass kein Ebbewasser im Mündungsbereich des Amazonas einen so hohen Salzgehalt (Abdampfrückstand) aufzuweisen vermag, wie er beim Fluthwasser noch tief im Innern des Mündungstrichters gefunden worden ist. Es ist damit erwiesen, dass zur Ebbezeit im Mündungsbereiche des Amazonas auch noch im offenen Ocean

östlich vom Cap Magoarý das Süsswasser bei weitem über das Salzwasser vorherrscht. Wie sich das Mischungsverhältniss bei hoher Fluth gestaltet, ist aus unseren Analysen nicht

1. **Uebersichtstabelle.**

Wasserproben	Tag der Probeentnahme	Laufende Analysen Nummer	Spezifisches Gewicht bei 28° C	Abdampfrückstand in gr pro Liter des filtrirten Wassers	Gesammtmenge der Schwebestoffe in gr pro Liter	Gesammtmenge der organischen Substanzen in gr pro Liter	Gezeiten
Obidos, cca 25 *m* tief	30. Juni 1896	*2*	1·00026	0·039	0·1004	0·0429	
Obidos, Oberfläche	„	*1*	1·00028	0·056	0·1966	0·0703	
Pará Hafen	9. Jänner 1897	*4*	1·00029	0·0718	0·2443	0·0886	Tiefe Ebbe
S. João, N. bei Marajó	29. Novemb. 1896	*13*	1·00102	0·2986	0·0648	0·0493	Ebbe
Mündung des Topinambá	19. Novemb. 1896	*8*	1·00230	4·086	0·0922	0·0463	Kurz nach Eintritt der Ebbe
Amazonas-Tocantins-Mündung	3. Dezemb. 1896	*9*	1·00415	7·3208	0·0504	0·0166	Bald nach Beginn der Ebbe
Ocean N. vom Cap Magoarý	„	*11*	1·00525	9·3325	0·0844	0·0339	„
Ocean östlich vom Cap Magoarý	„	*10*	1·00529	9·4960	0·0501	0·0121	„
Kanal von Breves	3. Juli 1896	*3*	1·00034	0·0919	0·6825	0·3849	Fluth
Pará, Hafen	9. Jänner 1897	*5*	1·00066	0·1446	0·1008	0·0422	„
Mündung des Topinambá	19. Novemb. 1896	*7*	1·00239	4·1320	0·1405	0·0428	Bald nach Eintritt der Fluth
Gloria N. bei Marajó	30. Novemb. 1896	*12*	1·00246	4·4120	0·1861	0·0573	Fluth
Mosqueiro	5. Dezemb. 1896	*6*	1·00607	11·2280	1·0672	0·0200	Fluth

unmittelbar zu entnehmen. Nur die Analyse *12* zeigt direct, dass selbst bei Fluth der Salzgehalt des Meerwassers an der äussersten Ostspitze von Marajó nur gering ist. Übrigens beweisen die kurz nach Beginn der Ebbe geschöpften und somit mehr der Fluth als der tiefen Ebbe nahen Proben *8*, *9*, *10* und *11*, als auch die bei steigendem Wasser entnommene Probe 7 ebenfalls, dass zur Fluthzeit das Oceanwasser im Mündungsbereiche des Amazonas nicht, oder doch wenigstens nicht lange anhaltend über das süsse Wasser dominirt.

Besonders überzeugend erhellt dies meiner Ansicht nach auch aus den beiden Analysen des Wassers von der Mündung des Topinambá (7 und *8*), welche bei steigendem und fallendem Wasser fast den gleichen Salzgehalt ergaben, so dass schon kurz nach Eintritt der Ebbe (*8*) dasselbe Mischungsverhältniss erzielt wurde, welches erst das etwa anderthalbstündige Zuströmen des Wassers von der Seeseite her bei Fluth zustande zu bringen vermochte, trotzdem sich nach Krümmel, wie oben dargelegt wurde, von Südosten her unversüsstes Oceanwasser bis in den Parástrom hineindrängen soll. Im Norden dagegen hat Oberst Sabine*) noch in 5° N. Br. und $50^1/_2$° W. L. Einwirkungen des Amazonasstromes wahrgenommen. Die letztere Angabe scheint mit den Ergebnissen unserer Analysen im besseren Einklang zu stehen, als die erstere; immerhin lassen auch unsere Untersuchungen deutlich erkennen, dass sich im Trichter der Amazonas-Tocantins-Mündung der Einfluss des Oceanwassers intensiver geltend macht, als in der eigentlichen Amazonasmündung nördlich von Marajó.

Noch klarer als aus der obigen Tabelle dürfte dies aus der folgenden Zusammenstellung zu ersehen sein.

Es darf nicht übersehen werden, dass sich die Berechnung der Mischungsverhältnisse einzig auf den Chlorgehalt stützt und dass, wie oben schon wiederholt betont wurde, in Folge dessen die Mischungszahlen nur annähernd zutreffende Werthe vorstellen können.

Von allen analysirten Wasserproben des Amazonas-Unterlaufes erwies sich das Fluthwasser von Mosqueiro (*6*) am salzreichsten. Sein Meerwassergehalt berechnet sich in Bezug auf das Ebbewasser von Pará zu 30·3 Volumprocenten, während das bald nach Eintritt der Ebbe geschöpfte Wasser weit draussen im Atlantischen Ocean ostnordöstlich vom Cap Magoarý (*10*) nur 25 Volumprocente See-

*) O. Krümmel, Geophys. Beob. l. c. pag. 86.

wasser auf 75 Procent Obidoswasser enthielt. Das einzige analysirte Fluthwasser aus der Hauptmündung des Amazonas nördlich von Marajó (*12*), dessen Entnahmestelle dem offenen Ocean etwa 6mal näher liegt als jene des Fluthwassers von Mosqueiro, enthält nur 10·9%

2. Tabelle der Mischungsverhältnisse.

Mischwasser	Laufende Analysen-Nummer	Gezeiten	Auf je 1 Volum Oceanwasser		Bei vorstehender Mischung Procentgehalt an Oceanwasser
			Volume Oberflächenwass. von Obidos	Volume Ebbewasser von Pará	
Pará, Hafen	*4*	Ebbe	27.867	—	0·003
Pará, Hafen	*5*	Fluth	—	1136·4	0·09
Mündung des Topinambá	*7*	Fluth	—	9·8	9·2
"	*8*	Ebbe	—	8·6	10·4
Amazonas-Tocantin-Mündung	*9*	Ebbe	—	4·3	23·2
Mosqueiro	*6*	Fluth	—	2·3	30·3
Atlant. Ocean O von Marajó	*10*	Ebbe	3·0	—	25·0
Atlant. Ocean N von Magoarý	*11*	Ebbe	3·1	—	24·4
Amazonas bei Gloria	*12*	Fluth	8·1	—	10·9
Amazonas bei S. João	*13*	Ebbe	159·0	—	0·6
Kanal von Breves	*3*	Fluth	1929·0	—	0·05

Seewasser, also nur rund ein Drittel von dem Quantum im Mosqueirowasser. Und das bei Ebbe wenige Kilometer weiter westlich entnommene Wasser (*13*) entspricht gar bloss einer Mischung von 99·4%

Amazonaswasser mit nur 0·6% Oceanwasser. Eine überzeugendere ziffermässige Begründung der obigen Darlegungen von dem bedeutenden Überwiegen des süssen Wassers im Mündungsbereiche des Amazonas ist kaum denkbar!

In der 1. Uebersichtstabelle verdienen die beiden vorletzten Rubriken noch besondere Beachtung.

Was zunächst die *Schwebestoffe* anbelangt, so ist deren Menge im Wasser des Amazonas-Unterlaufes *nur in Ausnahmsfällen* (*3*, *4*) bedeutend grösser als im Wasser anderer grosser Flüsse. So enthält, um nur ein bekanntes Beispiel anzuführen, der Rhein an suspendirten Bestandtheilen 0·04 bis 0·15 gr im Liter, in welchen Grenzen sich auch die meisten analysirten Wasserproben des Amazonas halten. Die grösseren Abweichungen scheinen hauptsächlich durch locale Verhältnisse verursacht worden zu sein.

Am reichsten an Schwebestoffen wurde das Strandwasser im Kanal von Breves (*3*) gefunden. Es enthielt im Liter 0·6825 gr, was in Gewichtsprocenten allerdings nur 0·06% oder rund $^1/_{17}$ Procent ausmacht. Dennoch ist diese Menge von abfiltrirbaren Schwebestoffen fast 3mal so gross, wie die im diesbezüglich zweitreichsten Wasser, nämlich jenen bei tiefer Ebbe im Hafen von Pará geschöpften. Alle übrigen Wasserproben enthielten noch weniger Schwebegut und zwar verhältnissmässig am wenigsten die relativ salzreichsten Wasser nämlich *6*, *13*, *9* und *10*, bei welchen der Gehalt an Schwebestoffen noch nicht ein Zehntel jenes im Breveswasser ausmacht und die Wasser *11* und *8* mit Werthen, die unter 0·1 gr im Liter bleiben. Die *salzarmen* Wasserproben weissen alle verhältnissmässig viel Schwebestoffe auf, so dass man wohl die Regel aufstellen darf: *die Mischung des Amazonaswasser mit Oceanwasser scheint mit einer Abnahme des Schwebegutes verbunden zu sein.* Bei zunehmendem Salzgehalt nimmt im Mündungsbereiche des Amazonas die Menge der suspendirten Bestandtheile ab. Demgemäss dürfte, soweit die Beweiskraft der wenigen ausgeführten Analysen reicht, im Allgemeinen bei Fluth der Gehalt an Schwebestoffen im Amazonas-Mischwasser niedriger sein als bei Ebbe*).

Bezüglich des Gehaltes an gelösten und suspendirten *organischen Substanzen* besitzt ebenfalls das Breveswasser mit 0·3849 gr im Liter den Vorrang vor allen anderen. Noch nicht ganz der vierte,

*) Es wird hiebei freilich von der unmittelbaren Strandzone abgesehen werden müssen.

Theil davon wurde im Ebbewasser des Hafens von Pará ermittelt, woran sich dann das Oberflächenwasser von Obidos und das Fluthwasser von S. João am Nordgestade von Marajó anschliessen, die noch über 0·05 gr organischer Substanzen im Liter enthalten. Alle übrigen analysirten Wasserproben enthielten weniger, am allerwenigsten das Oceanwasser östlich vom Cap Magoarý (*10*), das Wasser der Amazonas-Tocantins-Mündung (*9*) und das Fluthwasser von Mosqueiro (*6*). Auch hier zeigt sich demnach im Allgemeinen im Mischwasser eine Verringerung des Gehaltes an organischen Substanzen bei zunehmendem Salzgehalt. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Kieselpanzer der gerade im Brackwasser so reichlich auftretenden Diatomeen einen guten Theil des organisirten Inhaltes der Mischwasserproben ausmachen, in der Menge der organischen Substanzen, als unverbrennbar, aber nicht mit inbegriffen erscheinen.

Im Vergleich mit anderen Flüssen enthält der Amazonas in seinem Unterlaufe zwar im Ganzen genommen etwas mehr organischer Substanzen, aber der Unterschied ist ein geringfügiger. So z. B. wurden ermittelt: im Wasser des Delaware (Trenton N. J.) 0·068, im Rhein 0·0639, in der Themse 0·043, im Nil bei Kairo 0·017 gr im Liter usw. — also Quantitäten, welche jenen im unteren Amazonas durchaus nahe kommen; nur das Wasser des Breveskanales steht mit seinem geradezu kolossalen Gehalt an organischen Stoffen einzig da. —

In Bezug auf die hauptsächlichsten gelösten fixen Bestandtheile des Wassers im unteren Amazonas bietet die folgende Tabelle, in welcher die Proben nach der Gesammtmenge des Gelösten aufsteigend angeordnet sind, einige bemerkenswerthe Aufschlüsse.

Zunächst ist daraus zu entnehmen, dass von allen löslichen Bestandtheilen einzig und allein der Chlorgehalt mit zunehmender Salzmenge regelmässig wächst; bei den übrigen Bestandtheilen gibt es eine gleiche gesetzmässige Zunahme nicht. Es beweist dies unmittelbar, dass die Menge der übrigen Hauptbestandtheile des Gelösten auch im Mischwasser mehr von localen Einflüssen als vom Mischungsverhältnisse mit dem Oceanwasser abhängt.

Wie nicht anders zu erwarten, stimmt mit dem Verhalten des Chlors am meisten die Magnesia überein, und dann noch einigermassen die Schwefelsäure. Bei den beiden letzteren ist aber die relativ geringe Menge in dem salzreichsten Wasser (von Mosqueiro) eine auffällige Erscheinung, die in localen Gründen ihren Ursprung haben dürfte.

Der Kalkgehalt wächst zwar in den salzreicheren Wasserproben sehr merklich, unterliegt aber namentlich im salzarmen Mischwasser einem bedeutenden Wechsel, der sich mit Ebbe und Fluth in kein gesetzmässiges Abhängigkeitsverhältniss bringen lässt. So z. B. enthält

3. Tabelle der löslichen Bestandtheile.

Wasserproben	Gezeiten	Der Liter des filtr. Wassers enthielt in Gramm							
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Cl	Organ. Substz.	Gesammtmenge *)
Obidos, Tiefwasser		0·0094	0·0036	0·0068	0·0009	0·0007	0·0025	0·0057	0·0390
Obidos, Oberfläche		0·0122	0·0062	0·0087	0·0006	0·0008	0·0054	0·0089	0·0560
Pará, Hafen	Ebbe	0·0104	0·0238	0·0118	0·0010	0·0057	0·0062	0·0065	0· 0718
Breves, Kanal	Fluth	0·0115	0·0082	0·0128	0·0031	0·0021	0·0169	0·0112	0·0919
Pará, Hafen	„	0·0202	0·0330	0·0122	0·0039	0·0038	0·0258	0·0092	0·1446
S. João, Amazonasmünd.	Ebbe	0·0089	0·0023	0·0011	0·0377	0·0222	0·1447	0·0300	0·2986
Mündung des Topinambá	„	0 0132	0·0115	0·0401	0·1268	0·1485	2·3209	0·0094	4·0860
„	Fluth	0·0194	0·0235	0·0283	0·2275	0·1740	2·0647	0·0045	4·1320
Gloria, Amazonasmünd.	„	0·0054	0·0105	0·0346	0·1792	0·1385	2·4433	0·0892	4·4120
Amazonas-Tocantinsmündg.	Ebbe	0·0096	0·0058	0·0829	0·5370	0·3267	4·2344	0·0077	7·3208
Atlant. Ocean N. von Magoarý	„	0·0082	0·0074	0·0873	0·6717	0·3953	5·4160	0·0104	9·3325
Atlant. Ocean O. von Magoarý	„	0·0115	0·0144	0·0829	0·6953	0·3338	5·5252	0·0090	9·4960
Mosqueiro	Fluth	0·0396	0·0211	0·0824	0·5169	0·2139	6·6711	0·0048	11·2280

*) Abdampfrückstand getrocknet bei 110° C.

von den beiden, ziemlich gleich salzhaltigen Wasserproben von der Mündung des Topinambá das Ebbewasser 0·0401 gr, das Fluthwasser bloss 0·0283 gr, dagegen das Ebbewasser von S. João nur 0·0011 gr, das um die Hälfte salzärmere Fluthwasser von Pará aber 0·0122 gr im Liter. In Procenten in Bezug auf den Gesammtrückstand ausgedrückt, entfallen auf das Topinambáwasser bei Ebbe 0·98%, bei Fluth 0·68%, dagegen auf das Ebbewasser von S. João nur 0·37%, auf das Fluthwasser von Pará jedoch 8·4% Kalk. Das Mengenverhältniss des Kalkes in den salzärmeren Wasserproben aus dem unteren Amazonas ist demnach ein überaus wechselndes.

Der Kieselsäure- und Thonerdegehalt ist bei allen analysirten Wasserproben in weiten Grenzen verschieden.

Die grösste absolute Kieselsäure-Menge wurde im Fluthwasser von Mosqueiro (0·0396 gr), die geringste im Fluthwasser von Gloria am Nordgestade von Marajó (0·0054 gr im Liter) gefunden. Ausser dem letzteren Wasser enthielten noch die Proben nördlich vom Cap Magoarý (*11*), von S. João (*13*) und östlich vom Cambú aus der Amazonas-Tocantins-Mündung (*9*) weniger als 0·01 gr $Si\,O_2$ im Liter. Die übrigen Mischwasserproben ergaben durchwegs einen höheren Kieselsäuregehalt und wenn man von Mosqueirowasser absieht, wo möglicherweise in Folge von localen oder gar zufälligen Einflüssen die Kieselsäuremenge so hoch gefunden wurde, dann scheint im grossen Ganzen der Gehalt an gelöster Kieselsäure desto eher gross zu werden, je mehr das Süsswasser über das Salzwasser in der Mischung vorherrscht. In Bezug auf das Gesammtgewicht der gelösten Bestandtheile ist das Kieselsäure-Verhältniss natürlich ein völlig verschiedenes von dem Mengenverhältniss in Bezug auf 1 Volum Wasser. In dieser Beziehung ist an Kieselsäure relativ am reichsten das Fluthwasser aus dem Hafen von Pará, worin die Kieselsäure 13·9% des Abdampfrückstandes ausmacht, während sie am Salzgehalt des Fluthwassers von Mosqueiro nur mit 0·35% betheiligt ist.

Der Thonerdegehalt ist im Wasser des unteren Amazonas im Allgemeinen noch wechselnder und allem Anscheine nach noch mehr von localen Einflüssen abhängig, als jener der übrigen gelösten Bestandtheile. Der höchte wurde im Hafen von Pará, ferner in der Mündung des Topinambá und bei Mosqueiro gefunden. Es wäre nicht unmöglich, dass diese Erscheinung vom Tocantinswasser bewirkt wird, dessen Kenntniss zur näheren Beurtheilung der Wasserbeschaffenheit in der Amazonas-Tocantins-Mündung überhaupt nothwendig ist. In der

Mehrzal der Fälle besteht, wie die Tabelle zeigt, ein derartiger Zusammenhang zwischen Kieselsäure und Thonerde, dass die letztere an Menge zunimmt, je höher der Gehalt an ersterer ist.

Kurz zusammengefasst haben die vorstehend besprochenen Wasseruntersuchungen zu folgenden Ergebnissen geführt:

1. Das Wasser des Amazonas (bei Obidos) ist ungewöhnlich arm an gelösten Bestandtheilen, so dass der Amazonas in dieser Hinsicht als einer der reinsten Flüsse der Welt bezeichnet werden kann. Dennoch ist die Menge an gelösten Stoffen, die er dem Meere zuführt, eine ungeheure.

2. Die Menge der Schwebestoffe im Oberflächenwasser ist im unteren Amazonas nicht wesentlich grösser als in anderen bedeutenden Flüssen, dürfte aber mehr von localen und zeitlichen Umständen beeinflusst werden. Die Mischung mit Salzwasser scheint die Menge der Schwebestoffe zu vermindern.

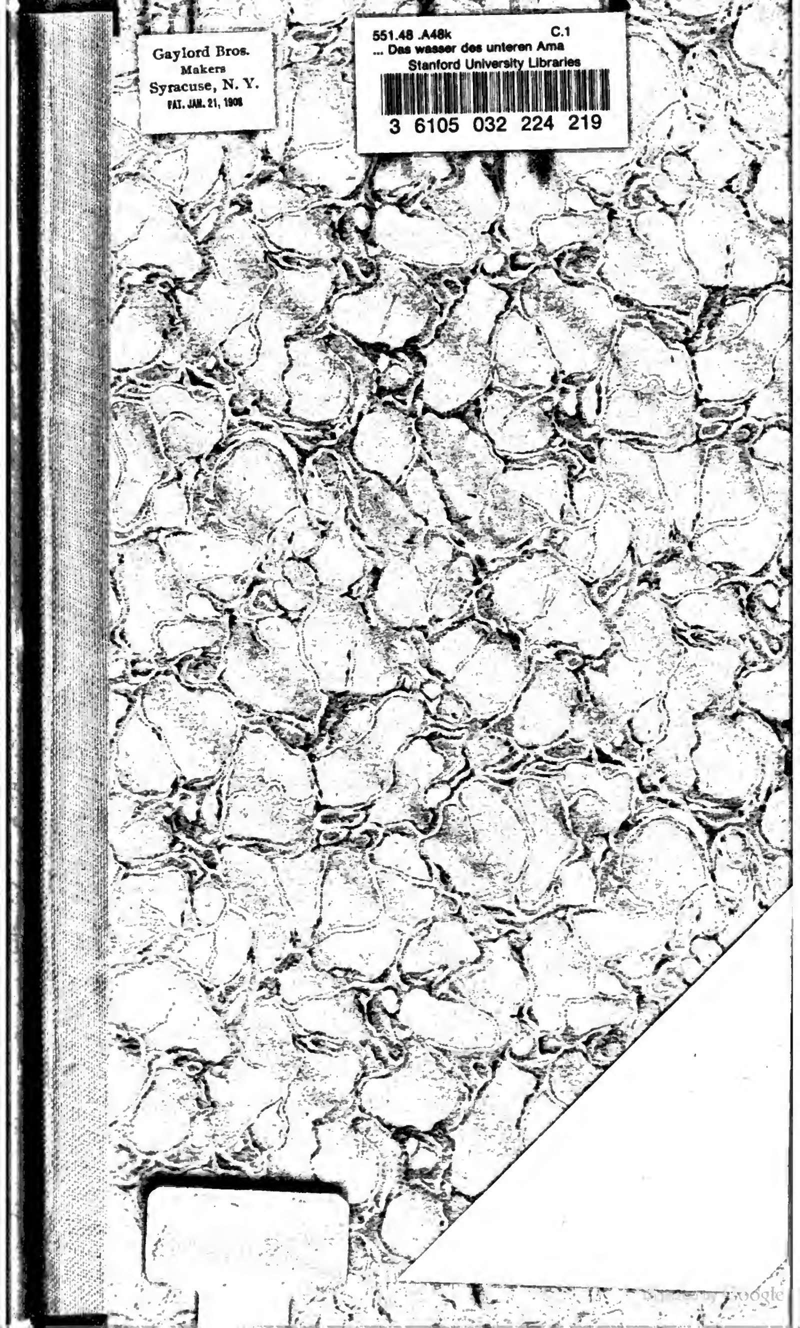
3. Kein Ebbewasser im Mündungsbereich des Amazonas ist so salzreich, wie das Fluthwasser selbst noch tief im Innern des Mündungstrichters; aber auch in keinem Fluthwasser der weiten Amazonasmündung herrscht das Oceanwasser anhaltend über das Süsswasser vor.

4. Der Einfluss der Wassermassen des Amazonas ist weit in den Ocean hinein zu merken, da z. B. bei Ebbe noch das Mischwasser mehrere Kilometer östlich vom Cap Magoarý auf Marajó $^3/_4$ Süsswasser auf $^1/_4$ Seewasser enthält.

5. Anderseits reicht der Einfluss des Meeres hoch stromaufwärts, da bei Fluth noch im Kanal von Breves, also rund 200 Kilometer von der Mündung entfernt, eine Mischung des Amazonaswassers mit Oceanwasser nachweisbar ist.

6. Der Salzgehalt im Mischwasser der Amazonas-Tocantins-Mündung ist im Allgemeinen höher als in der Amazonasmündung zwischen Marajó und dem Guyanischen Festland. Ob aber eine Fahne von sehr salzreichem Wasser vom Ocean um die Ponta da Tijoca in die Amazonas-Tocantins-Mündung hereinschlägt, ist erst noch näher zu untersuchen.

Verlag der kön. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. — Druck von Dr. Ed. Grégr in Prag. 1897.


Gaylord Bros.
Makers
Syracuse, N. Y.
PAT. JAN. 21, 1908

